

5

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-55795

(48) 公開日 平成8年(1996)2月27日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/027				
G03F 7/20	521			
			H01L 21/30	518
				614 B
				514 C
			審査請求 有	請求項の数 8 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-220445  
 (62) 分割の表示 特願平2-328221の分割  
 (22) 出願日 平成2年(1990)11月28日

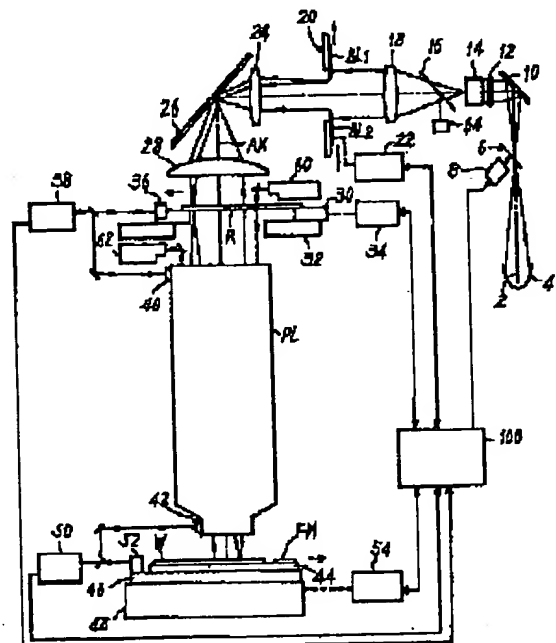
(71) 出願人 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区丸の内9丁目2番3号  
 (72) 発明者 西 健爾  
 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式  
 会社ニコン大井製作所内

#### (54) 【発明の名称】 走査露光装置及び露光方法

#### (57) 【要約】

【課題】走査露光時のマスクの移動ストロークを小さく抑えけるとともに、感光基板の複数の被露光領域の各々を走査露光する際の処理スループットを最適化する。

【解決手段】マスクへの照明光の遮断と開放とを切り替える第1の遮光手段を光源とフライアイレンズとの間に設けるとともに、マスク上での照明光の走査方向の面積を変化させる第2の遮光手段をフライアイレンズと集光光学系との間に設け、感光基板上の各被露光領域に対する走査露光の度に第2の遮光手段を動作させることで、マスク上の不要部分への照明光の照射時間や照射量を低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定形状に制限された照明光で照射されるマスク上の回路パターンの一部の像を感光基板上に投影する投影光学系と、前記回路パターンの全体を前記感光基板上に所定のシーケンスで走査露光するために前記マスクと感光基板とを前記投影光学系に対して相対移動させる移動手段とを備えた走査露光装置において、露光用光源からの光を入射して2次光源像を作る2次光源生成手段と；該2次光源像からの光を前記所定形状の照明光として前記マスク上に集光する集光光学系と；前記2次光源生成手段と前記集光光学系との間に配置されて前記走査露光のシーケンスに同期して前記照明光のマスク上での照射面積を変化させる遮光手段とを設けたことを特徴とする走査露光装置。

【請求項2】 前記遮光手段は、前記マスクとほぼ共役な位置に配置されて、前記移動手段による前記マスクと感光基板の相対移動の方向に沿って可動に設けられた可動ブレードを含むことを特徴とする請求項第1項に記載の装置。

【請求項3】 前記遮光手段は、前記集光光学系によって前記マスク上に結像される可変矩形開口を備えた照明視野絞り機構を有し、前記集光光学系は前記照明視野絞り機構の矩形開口の像を前記マスク上に拡大投影するような結像倍率を備えたことを特徴とする請求項第1項に記載の装置。

【請求項4】 前記可変矩形開口は前記マスクと感光基板の相対移動の方向と直交して直線的に延びたスリット状に設定され、前記照明視野絞り機構は該スリット状の可変矩形開口の幅を前記走査露光のシーケンスに同期して連続的に変化させる可動遮光板を含むことを特徴とする請求項第3項に記載の装置。

【請求項5】 所定形状に制限された照明光で照射されるマスク上の回路パターンの一部の像を感光基板上に投影する投影光学系と、前記回路パターンの全体を前記感光基板上の複数の被露光領域の各々に所定のシーケンスで走査露光するために前記マスクと感光基板とを前記投影光学系に対して相対移動させる移動手段とを備えた走査露光装置において、露光用光源からの光を入射して2次光源像を作る2次光源生成手段と；該2次光源生成手段と前記光源との間に配置されて前記光源からの光の遮断と開放を切り替える第1の遮光手段と；前記2次光源像からの光を前記所定形状の照明光として前記マスク上に集光する集光光学系と；前記2次光源生成手段と前記集光光学系との間に配置されて前記マスクに対する照明光の照射状態と非照射状態とを切り替える第2の遮光手段と；前記第1の遮光手段と前記第2の遮光手段のいずれ一方または双方を前記感光基板に対する走査露光のシーケンスに応じて連続制御する手段とを設けたことを特徴とする走査露光装置。

【請求項6】 所定形状に制限された照明光で照射されるマスク上の回路パターンの一部の像を投影光学系を介して感光基板上の複数の被露光領域のうちの1つの領域に投影しつつ、前記マスクと感光基板とを前記投影光学系に対して相対的に一次元移動させて前記回路パターンの全体を前記感光基板上の1つの被露光領域に走査露光することを、前記複数の被露光領域の各々に対して繰り返す露光方法において、

前記1つの被露光領域に対する走査露光が完了して次の被露光領域に対する走査露光が開始されるまでの間は、前記マスクに達する照明光の形状を変化させずに照度を一様に変化させる第1の照明制御手段を動作させて前記照明光の照度を零に保ち、前記被露光領域に対する走査露光の期間中は、前記マスクに達する照明光の照度の一様性を変化させずに面積を変化させる第2の照明制御手段を動作させて前記マスクと感光基板との相対的な移動位置に応じて前記照明光の面積を変更することを特徴とする露光方法。

【請求項7】 前記マスク上に照射される照明光の強度分布を、前記マスクと感光基板との相対的な一次元移動の方向と直交した非走査方向に直線的に延びた長方形状またはスリット状に制限したことを特徴とする請求項第6項に記載の方法。

【請求項8】 前記第2の照明制御手段は、前記マスクに達する照明光の長方形状またはスリット状の強度分布の前記一次元移動方向に関する幅を、前記マスク上の回路パターンに前記一次元移動方向の寸法よりも小さい一定値からほぼ零までの間で連続可変させることを特徴とする請求項第7項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、半導体素子や液晶表示素子等の製造過程中的リソグラフィー工程で使用する投影露光装置とその露光方法に関し、特に投影光学系に対してマスクと感光基板とが相対走査される走査露光装置とその露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の投影露光装置には大別して2つの方式があり、1つはマスク（レチクル）のパターン全体を内包し得る露光フィールドを持った投影光学系を介してウェハやプレート等の感光基板をステップ・アンド・リピート方式で露光する方法であり、もう1つはマスクと感光基板とを投影光学系を挟んで対向させて円弧状スリット照明光のマスク照明のもとで相対走査して露光するスキャン方法である。

【0003】前者のステップ・アンド・リピート露光方式を採用したステッパーは、最近のリソグラフィー工程で主流をなす装置であり、後者のスキャン露光方式を採用したアライナーにくらべて、解像力、重ね合せ精度、スループット等がいずれも高くなってきており、今後も

しばらくはステッパーが主流であるものと考えられている。

【0004】ところで、最近スキャン露光方式においても高解像力を達成する新たな方式が、SPIE Vol. 1088 Optical/Laser Microlithography II (1989)の第424頁～433頁においてステップ・アンド・スキャン方式として提案された。ステップ・アンド・スキャン方式とは、マスク（レチクル）を一次元に走査しつつ、ウェハをそれと同期した速度で一次元に走査するスキャン方式と、走査露光方向と直交する方向にウェハをステップ移動させる方式とを混用したものである。

【0005】図9は、ステップ&スキャン方式の概念を説明する図であるが、ここではウェハW上のX方向のショット領域（1チップ、又はマルチチップ）の並びを円弧状スリット照明光RILで走査露光し、Y方向についてはウェハWをステップングする。同図中、破線で示した矢印がステップ&スキャン（以下、S&Sとする）の露光順序を表わし、ショット領域SA1、SA2、……SA6の順にS&S露光を行ない、次にウェハWの中央にY方向に並んだショット領域SA7、SA8、……SA12の順に同様のS&S露光を行なう。

【0006】上記文献に開示されたS&S方式のアライナーでは、円弧状スリット照明光RILで照明されたレチクルパターンの像は、1/4倍の縮小投影光学系を介してウェハW上に結像されるため、レチクルステージのX方向の走査速度は、ウェハステージのX方向の走査速度の4倍に精密に制御される。また、円弧状スリット照明光RILを使うのは、投影光学系として屈折素子と反射素子とを組み合わせた縮小系を用い、光軸から一定距離だけ離れた像高の狭い範囲（輪帯状）で各種収差がほぼ零になるという利点を得るためである。そのような反縮小投影系の一例は、例えばUSP. 4,747,678に開示されている。

【0007】このような円弧状スリット照明光を使うS&S露光方式の他に、円形のイメージフィールドを有する通常の投影光学系（フル・フィールドタイプ）をS&S露光方式に応用する試みが、例えば特開平2-229423号公報で提案された。この公開公報には、レチクル（マスク）を照明する露光光の形状を投影レンズ系の円形フィールドに内接する正六角形にし、その正六角形の対向する2辺のエッジが走査露光方向と直交する方向に伸びるようにすることで、スループットをより向上させたS&S露光を実現することが開示されている。

【0008】すなわちこの公開公報においては、スキャン露光方向のレチクル（マスク）照明領域を極力大きく取ることによって、レチクルステージ、ウェハステージの走査速度を、円弧状スリット照明光を使ったS&S露光方式にくらべて格段に高くできることが示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記、特開平2-229423号公報に開示された従来技術によれば、走査露光方向に関するマスク照明領域を極力広くしてあるため、スループット上では有利である。ところが、実際のマスクステージ、ウェハステージの走査シーケンスを考慮すると、上記公開公報に開示された装置においても、図9のようなジグザクのS&S方式にせざるを得ない。

【0010】なぜなら、ウェハWの直径を150mm（6インチ）として、1回の連続したX方向走査のみでウェハ直径分の1列のショット領域の並びの露光を完了しようとする、1/5倍の投影レンズ系を使うことを前提としたとき、レチクルの走査方向（X方向）の長さは750mm（30インチ）にも達してしまい、このようなレチクルの製造が極めて困難だからである。

【0011】仮りにそのようなレチクルが製造できたとしても、そのレチクルをX方向に走査するレチクルステージのストロークは750mm以上必要であることから、装置が極めて大型化することは必須である。このため、上記公開公報のような装置であっても、ジグザク走査をせざるを得ない。従って、走査露光方向に隣接したショット領域、例えば図9中のショット領域SA1とSA12とでは、隣りのショット領域内にレチクルパターンが転写されないようにレチクル上のパターン領域の周辺を遮光体で広く覆っておく必要があった。

【0012】図10は六角形の照明領域HIL、投影レンズ系の円形イメージフィールドIF、及びレチクルRの走査露光時の配置を示し、図10(A)は六角形照明領域HILがレチクルR上のスキャン開始位置に設定された状態を表し、この状態からレチクルRのみが同図中の右方向に一次元移動する。そして1回のスキャン終了時には図10(B)のようになる。

【0013】この図10中でCP1、CP2、……CP6の夫々はレチクルR上にX方向に並べて形成されたチップパターンであり、これら6つのチップパターンの並びがX方向の1回のスキャンで露光されるべきショット領域に対応している。尚、同図中、六角形照明領域HILの中心点はイメージフィールドIFの中心、すなわち投影レンズ系の光軸AXとはほぼ一致している。

【0014】この図10からも明らかなように、レチクルR上の走査開始部分や走査終了部分では、パターン領域の外側に、少なくとも六角形照明領域HILの走査方向の幅寸法以上の遮光体を必要とする。同時に、レチクルR自体も走査方向の寸法が大きくなるとともにレチクルステージのX方向の移動ストロークも、チップパターンのCP1～CP6全体のX方向の寸法と六角形照明領域HILの走査方向の寸法との合計分だけ必要となる等、装置化にあたっての問題点が考えられる。

【0015】さらに、レチクルステージの移動ストロークが十分に大きいことから、レチクル上のパターン領域周辺の遮光体の面積を大きくできたとしても、走査露光

の開閉期間と終了期間とでは露光用の照明光が周辺の遮光体を広い面積に渡って照射することになり、遮光体中のピンホール欠陥による迷光の発生確率や照射によるレチクルの温度変化が増大すると言った重大な問題点が生じる。

【0016】本発明は上述のような問題点に鑑み、走査露光処理の際のレチクル（マスク）に対する照明光の照射を時間的または面積的に最適化し、ピンホール欠陥による迷光発生確率の低減、照射によるマスクへの各種影響の低減を図った走査露光装置、及びそのような装置を使った露光方法を提供することを目的とする。さらに本発明は、マスク上のパターン露光領域の周辺に格別に広い遮光体を設けることなく、しかもレチクル（マスク）ステージの走査露光時の移動ストロークも最小限にしつつ、スループットを高めたスキャン方式（又はS&S方式）の走査露光装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を達成する為の手段】本願の第1、第2発明は、所定形状（矩形またはスリット状）に制限された照明光で照射されるマスク（レチクルR）上の回路パターン（CPn）の一部の像を感光基板（ウェハW）上に投影する投影光学系（PL）と、回路パターンの全体を感光基板上に所定のシーケンスで走査露光するためにマスクと感光基板とを投影光学系に対して相対移動させる移動手段（ステージ30、48）とを備えた走査露光装置に適用される。

【0018】そして本願の第1発明による装置では、露光用光源（ランプ2）からの光を入射して2次光源像を作る2次光源生成手段（フライアイレンズ系14）と、その2次光源像からの光を所定形状（矩形またはスリット状）の照明光としてマスク（レチクルR）上に集光する集光光学系（レンズ系24、ミラー26、メインコンデンサーレンズ28）と、2次光源生成手段（14）と集光光学系（24、26、28）との間に配置されて、走査露光のシーケンスに同期して照明光のマスク（R）上での照射面積を変化させる遮光手段（ブラインド機構20の可動ブレードBL1～BL4）とを設けることを特徴している。

【0019】さらに本願の第2発明による装置では、第1発明と同様の露光用光源（ランプ2）と2次光源生成手段（フライアイレンズ系14）との他に、2次光源生成手段（14）と光源（2）との間に配置されて光源からの光の遮断と開放を切り替える第1の遮光手段（ロータリーシャッター6）と、2次光源像からの光を所定形状（矩形またはスリット状）の照明光としてマスク（R）上に集光する集光光学系（レンズ系24、ミラー26、メインコンデンサーレンズ28）と、2次光源生成手段（14）と集光光学系（24、26、28）との間に配置されてマスクに対する照明光の照射状態と非照射状態とを切り替える第2の遮光手段（ブラインド機構

20の可動ブレードBL1～BL4）と、第1の遮光手段（6）と第2の遮光手段（BL1～BL4）のいずれ一方または双方を感光基板（W）に対する走査露光のシーケンスに応じて連携制御する手段（主制御部100）とを設けることを特徴している。

【0020】また本願の第3発明は、所定形状（矩形またはスリット状）に制限された照明光で照射されるマスク（レチクルR）上の回路パターン（CPn）の一部の像を投影光学系（PL）を介して感光基板（ウェハW）上の複数の被露光領域のうちの1つの領域に投影しつつ、マスクと感光基板とを投影光学系に対して相対的に一次元移動させて回路パターンの全体を感光基板上の1つの被露光領域に走査露光することを、複数の被露光領域の各々に対して繰り返す露光方法、いわゆるステップ・アンド・スキャン方法に適用される。

【0021】そしてこの第3発明による方法では、感光基板（ウェハW）上の1つの被露光領域に対する走査露光が完了して次の被露光領域に対する走査露光が開始されるまでの間は、マスク（レチクルR）に達する照明光の形状（矩形またはスリット状）を変化させずに照度を一様に変化させるための第1の照明制御手段（ロータリーシャッター6）を動作させて照明光の照度を零に保ち、感光基板（W）の被露光領域に対する走査露光の期間中は、マスク（R）に達する照明光の照度の一様性を変化させずに面積を変化させる第2の照明制御手段（ブラインド機構20）を動作させてマスクと感光基板との相対的な移動位置に応じて照明光の面積を変更する段階を実行することを特徴している。

【0022】このように構成された本願の各発明によれば、マスク上の回路パターン領域の周辺に形成される遮光体の幅を小さくできるとともに、遮光体に対する照明光の照射時間や照射量も従来の特開平2-229423号公報に開示された方式に比べて格段に短くなり、照射による影響（マスクの温度変化等）も低減されることになるから、特に光源として連続露光する水銀ランプ等を用いたときに有効である。

【0023】また、走査露光の際には本質的に第2の遮光手段（照明制御手段）のみでもマスクに対する迷光防止が可能であるが、第1の遮光手段（照明制御手段）を併用することでより確実な迷光防止ができるばかりでなく、2次光源生成手段等の光学部品や第2の遮光手段（照明制御手段）自体を照明光の照射から保護することが可能となる。

【0024】

【発明の実施の態様】以下、本発明の各実施例を図面を参照して説明する。まず図1は本発明の第1の実施例による投影露光装置の構成を示し、本実施例では両側テレセントリックで1/5縮小の屈折素子のみ、あるいは屈折素子と反射素子との組み合わせで構成された投影光学系（以下、簡便のため単に投影レンズと呼ぶ）PLを使

うものとする。

【0025】水銀ランプ2からの露光用照明光は楕円鏡4で第2焦点に集光される。この第2焦点には、モータ8によって照明光の遮断と透過とを切り替えるロータリーシャッター6が設置される。シャッター6を通った照明光束はミラー10で反射され、インพุットレンズ12を介してフライアイレンズ系14に入射する。フライアイレンズ系14の射出側には、多数の2次光源像が形成され、各2次光源像からの照明光はビームスプリッタ16を介してレンズ系（コンデンサーレンズ）18に入射する。

【0026】レンズ系18の後側焦点面には、レチクルブラインド機構20の可動ブレードBL1、BL2、BL3、BL4が図2のように配置されている。4枚のブレードBL1、BL2、BL3、BL4は夫々駆動系22によって独立に移動される。本実施例ではブレードBL1、BL2のエッジによってX方向（走査露光方向）の開口APの幅が決定され、ブレードBL3、BL4のエッジによってY方向（ステッピング方向）の開口APの長さが決定されるものとする。また、4枚のブレードBL1～BL4の各エッジで規定された開口APの形状は、投影レンズPLの円形イメージフィールドIF内に包含されるように定められる。

【0027】さて、ブラインド機構20の位置で照明光は均一な照度分布となり、ブラインド機構20の開口APを通過した照明光は、レンズ系24、ミラー26、及びメインコンデンサーレンズ28を介してレチクルRを照射する。このとき、ブラインド機構20の4枚のブレードBL1～BL4規定された開口APの像（矩形状またはスリット状に規定された均一な照度分布の光）がレチクルR下面のパターン面に結像される。

【0028】尚、レンズ系24とコンデンサーレンズ28とによって任意の結像倍率を与えることができるが、ここではブラインド機構20の開口APを約2倍に拡大してレチクルRに投影しているものとする。従ってスキャン露光時のレチクルRの走査速度VrsとレチクルR上に投影されたブラインド機構20のブレードBL1、BL2のエッジ像の移動速度とを一致させるためには、ブレードBL1、BL2のX方向の移動速度VblをVrs/2に設定すればよい。

【0029】さて、開口APで規定された照明光を受けたレチクルRは、コラム32上を少なくともX方向に等速移動可能なレチクルステージ30に保持される。コラム32は不図示ではあるが、投影レンズPLの鏡筒を固定するコラムと一体になっている。レチクルステージ30は駆動系34によってX方向の一次元走査移動、ヨーイング補正のための微小回転移動等を行なう。またレチクルステージ30の一端にはレーザ干渉計38からの測長ビームを反射する移動鏡36が固定され、レチクルRのX方向の位置とヨーイング量がレーザ干渉計38によ

ってリアルタイムに計測される。尚、レーザ干渉計38用の固定鏡（基準鏡）40は投影レンズPLの鏡筒上端部に固定されている。

【0030】レチクルR上の矩形領域内に形成された回路パターン像は投影レンズPLによって1/5に縮小されてウェハW上に結像される。ウェハWは微小回転可能なウェハホルダ44に基準マーク板FMとともに保持される。ホルダ44は投影レンズPLの光軸AX（Z）方向に微動可能なZステージ46上に設けられる。そしてZステージ46はX、Y方向に二次元移動するXYステージ48上に設けられ、このXYステージ48は駆動系54で駆動される。

【0031】またXYステージ48の座標位置とヨーイング量とはレーザ干渉計50によって計測され、そのレーザ干渉計50のための固定鏡42は投影レンズPLの鏡筒下端部に固定され、移動鏡52はZステージ46の一端部に固定される。本実施例では投影倍率を1/5としたので、スキャン露光時のXYステージ48のX方向の移動速度Vxsは、レチクルステージ30の速度Vrsの1/5である。

【0032】さらに本実施例では、レチクルRと投影レンズPLとを介してウェハW上のアライメントマーク（又は基準マークFM）を検出するTTR（スルーザレチクル）方式のアライメントシステム60と、レチクルRの下方空間から投影レンズPLを介してウェハW上のアライメントマーク（又は基準マークFM）を検出するTTL（スルーザレンズ）方式のアライメントシステム62とを設け、S&S露光の開始前、あるいはスキャン露光中にレチクルRとウェハWとの相対的な位置合せを行なうようにした。

【0033】また図1中に示した光電センサー64は、基準マークFMを発光タイプにしたとき、その発光マークからの光を投影レンズPL、レチクルR、コンデンサーレンズ28、レンズ系24、18、及びビームスプリッタ16を介して受光するもので、XYステージ48の座標系におけるレチクルRの位置を規定する場合や、各アライメントシステム60、62の検出中心の位置を規定する場合に使われる。

【0034】ところでブラインド機構20の開口APは、走査方向（X方向）と直交するY方向に関して極長い矩形状（又はスリット状）にすることによって、X方向の走査回数、すなわちウェハWのY方向のステッピング回数を少なくすることができる。ただし、レチクルR上のチップパターンのサイズや形状、配列によっては、開口APのY方向の長さをブレードBL3、BL4の各エッジで変更した方がよいこともある。例えばブレードBL3、BL4の対向するエッジが、ウェハW上のショット領域を区画するストリートライン上に合致するように調整するとよい。このようにすれば、ショット領域のY方向のサイズ変化に容易に対応できる。

【0035】また1つのショット領域のY方向の寸法が開口APのY方向の最大寸法以上になる場合は、先の特開平2-229423号公報にみられるように、ショット領域の内部でオーバーラップ露光を行なって、露光量のシームレス化を行なう必要がある。この場合の方法については後で詳しく述べる。次に本実施例の装置の動作を説明するが、そのシーケンスと制御は、主制御部100によって統括的に管理される。主制御部100の基本的な動作は、レーザ干渉計38、50からの位置情報、ヨーイング情報の入力、駆動系34、54内のタコジェネレータ等からの速度情報の入力等に基づいて、スキャン露光時にレチクルステージ30とXYステージ48とを所定の速度比を保ちつつ、レチクルパターンとウェハパターンとの相対位置関係を所定のアライメント誤差内に押えたまま相対移動させることにある。

【0036】そして本実施例の主制御部100は、その動作に加えてブラインド機構20の走査方向のブレードBL1、BL2のエッジ位置をレチクルステージ30の走査と同期してX方向に移動させるように、駆動系22を連動制御することを大きな特徴としている。尚、走査露光時の照明光量を一定すると、開口APの走査方向の最大開き幅が大きくなるにつれてレチクルステージ30、XYステージ48の絶対速度は大きくしなければならない。原理的には、ウェハW上のレジストに同一露光量(dose量)を与えるものとしたとき、開口APの幅を2倍にすると、XYステージ48、レチクルステージ30も2倍の速度にしなければならない。

【0037】図3は図1、図2に示した装置に装着可能なレチクルRとブラインド機構20の開口APとの配置関係を示し、ここではレチクルR上に4つのチップパターンCP1、CP2、CP3、CP4が走査方向に並んでいるものとする。各チップパターンはストリートラインに相当する遮光帯で区画され、4つのチップでパターンの集合領域(ショット領域)の周辺はストリートラインよりも広い幅Dsbの遮光帯でかこまれている。ここで、レチクルR上のショット領域の周辺の左右の遮光帯をSB1、SBrとし、その外側にはレチクルアライメントマークRM1、RM2が形成されているものとする。

【0038】またブラインド機構20の開口APは、走査方向(X方向)と直交するY方向に平行に伸びたブレードBL1のエッジE1とブレードBL2のエッジE2を有し、このエッジE1、E2の走査方向の幅をDapとする。さらに開口APのY方向の長さは、レチクルR上のショット領域のY方向の幅とほぼ一致し、周辺のX方向に伸びた遮光帯の中心に開口APの長手方向を規定するエッジが合致するようにブレードBL3、BL4が設定される。

【0039】次に図4を参照して、本実施例のS&S露光の様子を説明する。ここでは前提として、図3に示し

たレチクルRとウェハWとをアライメントシステム60、62、光電センサー64等を用いて相対位置合せしたものとする。尚、図4は図3のレチクルRを横から見たもので、ここではブラインド機構20のブレードBL1、BL2の動作をわかり易くするために、レチクルRの直上にブレードBL1、BL2を図示した。

【0040】まず図4(A)に示すように、レチクルRをX方向の走査開始点に設定する。同様に、ウェハW上の対応する1つのショット領域をX方向の走査開始点に設定する。このとき、レチクルRを照明する開口APの像は、理想的には幅Dapが零であることが望ましいが、ブレードBL1、BL2のエッジE1、E2の出来具合によって完全に零にすることは難しい。

【0041】そこで本実施例では、開口APの像のレチクル上での幅DapがレチクルRの右側の遮光帯SBrの幅Dsbよりも狭くなる程度に設定する。通常、遮光帯SBrの幅Dsbは4~6mm程度であり、開口APの像のレチクル上での幅Dapは1mm程にするとよい。そして、図4(A)に示すように開口APのX方向の中心を、光軸AXに対して $\Delta X_s$ だけ、レチクルRの走査進行方向と逆方向(同図中の左側)にずらしておく。

【0042】この距離 $\Delta X_s$ は、このレチクルRに対する開口APの最大開き幅Dapの約半分に設定する。より詳しく述べると、開口APの長手方向の寸法はレチクルRのショット領域のY方向の幅で自ずと決まってしまうため、開口APのX方向の幅Dapの最大値 $D_{Amax}$ もイメージフィールドIFの直径によって決ってくる。その最大値は $D_{Amax}$ は主制御部100によって予め計算される。さらに図4(A)の走査開始点での開口APの幅(最小)を $D_{Amin}$ とすると、厳密には、 $D_{Amin} + 2 \cdot \Delta X_s = D_{Amax}$ の関係を満たすように距離 $\Delta X_s$ が決められる。

【0043】次にレチクルステージ30とXYステージ48とを投影倍率に比例した速度比で互いに逆方向に移動させる。このとき図4(B)に示すように、ブラインド機構20のうち、レチクルRの進行方向のブレードBL2のみをレチクルRの移動と同期して動かし、ブレードBL2のエッジE2の像が遮光帯SBr上にあるようにする。このときレチクルR上に照射される照明光の矩形状の面積はブレードBL2の移動に応じて順次大きくなる。

【0044】そしてレチクルRの走査が進み、ブレードBL2のエッジE2が図4(C)のように開口APの最大開き幅を規定する位置に達したら、それ以後ブレードBL2の移動を中止する。従ってブラインド機構20の駆動系22内には各ブレードの移動量と移動速度とをモニターするエンコーダ、タコジェネレータ等が設けられ、これらからの位置情報と速度情報とは主制御部100に送られ、レチクルステージ30の走査運動と同調させるために使われる。

【0045】こうしてレチクルRは、最大幅の開口APを通した照明光で照射されつつ、一定速度でX方向に送られ、図4(D)の位置までくる。すなわち、レチクルRの進行方向と逆方向にあるブレードBL1のエッジE1の像が、レチクルRのショット領域の左側の遮光帯SB1にかかった時点から図4(E)に示すように、ブレードBL1のエッジE1の像をレチクルRの移動速度と同期させて同一方向に走らせる。このときレチクルRを照射する照明光の面積はブレードBL1の移動に応じて順次減少する。

【0046】そして、左側の遮光帯SB1が右側のブレードBL2のエッジ像によって遮へいされた時点(このとき左側のブレードBL1も移動してきて、開口APの幅Dapは最小値DAminになっている)で、レチクルステージ30とブレードBL1の移動を中止する。以上の動作によってレチクルの1スキャンによる露光(1ショット分の露光)終了し、シャッター6が閉じられる。ただしその位置で開口APの幅Dapが遮光帯SB1(又はSB2)の幅Dsbに比べて十分に狭く、ウェハWへもれる照明光(迷光)を零にすることができるときは、シャッター6を開いたままにしてもよい。尚、シャッター6は水銀ランプ2とフライアイレンズ系14の間に配置されているので、シャッター6の開閉によってレチクルR上に達し得る照明光の形状(面積)は変化せずに光強度のみがほぼ一様に変化する。

【0047】次にXYステージ48をY方向にショット領域の一行分だけステップングさせ、今までと逆方向にXYステージ48とレチクルステージ30とを走査して、ウェハW上の異なるショット領域に同様のスキャン露光を行なう。以上、本実施例によれば、レチクルステージ30の走査方向のストロークを最小限にすることができ、また走査方向に関するショット領域の両側を規定する遮光帯SB1、SB2の幅Dsbも少なく済む等の利点がある。

【0048】尚、レチクルステージ30が図4(A)の状態から加速して等速走査になるまでは、ウェハW上で走査方向に関する露光量むらが発生する。このため、走査開始時に図4(A)の状態になるまでプリスキャン(助走)範囲を定める必要もある。その場合、プリスキャンの長さに応じて遮光帯SB2、SB1の幅Dsbを広げることになる。このことは、1回のスキャン露光終了時にレチクルステージ30(XYステージ48)の等速運動を急激に停止させられないことに応じて、オーバースキャンを必要とする場合においても同様にあてはまることである。

【0049】ただし、プリスキャン、オーバースキャンを行なう場合でも、シャッター6を高速にし、開放応答時間(シャッターの全閉状態から全開までに要する時間)と閉成応答時間とが十分に短いときは、レチクルステージ30がプリスキャン(加速)を完了して本スキャン

ンに入った時点(図4(A)の位置)、又は本スキャンからオーバースキャン(減速)に移った時点で、シャッター6を連動させて開閉すればよい。

【0050】例えばレチクルステージ30の本スキャン時の等速走査速度をVrs(mm/sec)、遮光帯SB1、SB2の幅をDsb(mm)、開口APのレチクルR上での最小幅をDAmin(mm)とすると、 $Dsb > DAmin$ の条件のもとで、シャッター6の応答時間tsは、次の関係を満たしていればよい。

$$(Dsb - DAmin) / Vrs > ts$$

また本実施例の装置では、レチクルステージ30のヨーイング量とXYステージ48のヨーイング量とがレーザ干渉計38、50によって夫々独立に計測されているので、2つのヨーイング量の差を主制御部100で求め、その差が零になるようにレチクルステージ30、又はウェハホルダー44をスキャン露光中に微小回転させればよい。ただしその場合、微小回転の回転中心は常に開口APの中心になるようにする必要があり、装置の構造を考慮すると、レチクルステージ30のX方向のガイド部分を光軸AXを中心として微小回転させる方式が容易に実現できる。

【0051】図5は、図1、図2に示した装置に装着可能なレチクルRのパターン配置例を示し、チップパターンCP1、CP2、CP3は、図3に示したレチクルRと同様にスリット状開口APからの照明光を使ったステップ・アンド・スキャン方式でウェハを露光するように使われる。また同一のレチクルR上に形成された別のチップパターンCP4、CP5は、ステップ・アンド・リピート(S&R)方式でウェハを露光するように使われる。

【0052】このような使い分けは、ブラインド機構20のブレードBL1～BL4による開口APの設定によって容易に実現でき、例えばチップパターンCP4を露光するときは、レチクルステージ30を移動させてチップパターンCP4のパターン中心が光軸AXと一致するように設定するとともに、開口APの形状をチップパターンCP4の外形に合わせるだけでよい。そしてXYステージ48のみをステップングモードで移動させればよい。以上のように図5に示したレチクルパターンにすると、S&S露光とS&R露光とが同一装置によって選択的に、しかもレチクル交換なしに実行できる。

【0053】図6は、露光すべきレチクル上のチップパターンのスキャン方向と直交する方向(Y方向)のサイズが、投影光学系のイメージフィールドIFに対して大きくなる場合に対応したブラインド機構20のブレードBL1～BL4の形状の一例を示し、開口APの走査方向(X方向)の幅を規定するエッジE1、E2は、先の図2と同様にY方向に平行に伸びている。

【0054】そして、開口APの長手方向を規定するエッジE3、E4は互いに平行ではあるがX軸に対して傾



いており、開口APは平行四辺形(矩形)になる。この場合、4枚のブレードBL1～BL4はスキャン露光時のレチクル移動に連動してX、Y方向に移動する。ただし、スキャン露光方向のブレードBL1、BL2のエッジE1、E2の像のX方向の移動速度 $V_{bx}$ は、レチクルの走査速度 $V_{rs}$ とはほぼ同一であるが、ブレードBL3、BL4を動かす必要があるときは、そのエッジE3、E4のY方向の移動速度 $V_{by}$ は、エッジE3、E4のX軸に対する傾き角を $\theta_e$ とすると、 $V_{by} = V_{bx} \cdot \tan \theta_e$ の関係に同期させる必要がある。

【0055】図7は、図6に示した開口形状によるS&S露光時の走査シーケンスを模式的に示したものである。図7中、開口APはレチクルR上に投影したものとて考え、その各エッジE1～E4で表示した。また図6、図7の第2実施例では、ウェハW上に投影すべきレチクルR上のチップパターン領域CPが開口APの長手方向の寸法の約2倍の大きさをもつものとする。このため第2実施例ではレチクルステージ30も走査方向と直交したY方向に精密にステッピングする構造にしておく。

【0056】まず、図6中のブレードBL1、BL2を調整して、走査開始上では図7(A)のような状態に設定する。すなわち、最も幅をせばめた状態の開口APがレチクルRの右側の遮光帯SB<sub>r</sub>上に位置するようにすると共に、開口APの左側のエッジE1は、光軸AXから最も離れた位置(開口APをX方向に最も広げたときのエッジ位置)に設定する。また図7中、走査方向(X方向)にベルト状に伸びた領域Ad、Asは一回の走査露光では露光量不足となる部分である。

【0057】この領域Ad、Asは開口APの上下のエッジE3、E4がX軸に対して傾いていることによって生じるものであり、各領域Ad、AsのY方向の幅は、エッジE3、E4の傾き角 $\theta_e$ とエッジE1とE2の最大開口幅 $D_{max}$ とによって、 $D_{max} \cdot \tan \theta_e$ として一義的に決まる。この露光量ムラとなる領域Ad、Asのうち、パターン領域CP中に設定される領域Adに対しては、開口APのエッジE3、E4による三角形部分をY方向に関してオーバーラップさせて走査露光することで、露光量の均一化を図るようにした。また、他方の領域Asに関しては、ここを丁度レチクルR上の遮光帯に合せるようにした。

【0058】さて、図7(A)の状態からレチクルRとエッジE2(ブレードBL2)を+X方向(同図中の右側)にほぼ同じ速度で走らせる。やがて図7(B)に示すように開口APのX方向の幅が最大となり、エッジE2の移動も中止する。この図7(B)の状態では、開口APの中心と光軸AXとがほぼ一致する。その後はレチクルRのみが+X方向に等速移動し、図7(C)のように開口APの左側のエッジE1が左側の遮光帯SB<sub>l</sub>に入った時点から、エッジE1(ブレードBL1)レチク

ルRとはほぼ同じ速度で右側(+X方向)へ移動する。こうして、チップパターン領域CPの下側の約半分が露光され、レチクルRと開口APとは図7(D)のような状態で停止する。

【0059】次に、レチクルRを-Y方向に一定量だけ精密にステッピングさせる。ウェハWは+Y方向に同様にステッピングされる。すると図7(E)に示すような状態になる。このときオーバーラップ領域AdがエッジE4で規定される三角形部分で重畳露光されるようにY方向の相対位置関係が設定される。またこの際、開口APのY方向の長さを変える必要があるときは、エッジE3(ブレードBL3)、又はエッジE4(ブレードBL4)をY方向に移動調整する。

【0060】次に、レチクルRを-X方向に走査移動させるとともに、エッジE1(ブレードBL1)を-X方向に連動して移動させる。そして図7(F)のようにエッジE1、E2による開口幅が最大となったら、エッジE1の移動を中止し、レチクルRのみを-X方向に引き続き等速移動させる。以上の動作によって、投影光学系のイメージフィールドのY方向の寸法以上の大きなチップパターン領域CPをウェハW上に露光することができ、しかもオーバーラップ領域Adを設定し、開口APの形状によって露光量不足となる両端部分(三角部分)を2回の走査露光によって重畳露光するので、領域Ad内の露光量も均一化される。

【0061】図8はブラインド機構20の他のブレード形状を示し、走査方向を規定するブレードBL1、BL2のエッジE1、E2は互いに平行な直線であり、走査方向と直交する方向のブレードBL3、BL4のエッジは光軸AXを通るY軸に関して対称な三角形となっている。そしてここではブレードBL3、BL4のエッジは互いにY方向に近づけていくと、ほぼ完全に遮光できるような相補形状になっている。従って開口APの形状は、所謂シェブロン形にすることができる。このようなシェブロン形の場合も、両端の三角形部分でオーバーラップ露光を行なうと、同様に均一化が可能である。

【0062】以上、本発明の各実施例では投影露光装置を前提としたが、マスクとウェハとを近接させて、照射エネルギー(X線、等)に対してマスクとウェハを一体に走査するプロキシミティーアライナーにおいても同様の方式が採用できる。また以上の各実施例では、従来の走査露光方式のように固定形状の開口(六角形、円弧状等)を介して照明光をマスクに照射するのではなく、ブラインド機構20の開口AP(可変視野絞り)の走査方向の幅をマスク走査、あるいは感光基板走査と連動して変化させるようにしたため、マスク上の走査開始部分や走査終了部分でマスクを大きくオーバーランさせなくても、開口APの幅を順次狭くしていくだけで、同等のS&S露光方式が実現できる。

【0063】従って、マスクステージのオーバーランが



不要、もしくは極めて小さくできるため、マスクステージの移動ストロークも最小限にすることができるとともに、マスク上のパターン形成領域の周辺に形成される遮光体の幅も従来のマスクと同程度に少なくてよく、マスク製造時に遮光体（通常はクロム層）中のピンホール欠陥を検査する手間が低減されるといった利点がある。

【0064】またブラインド機構20の開口APをマスク上のパターン形成領域に合わせるような形状に設定することで、従来と同等のステッパーとしても利用することができ、さらにブラインド機構20（可変視野絞り）の開口位置や幾何学的な形状を、投影光学系のイメージフィールド内で一次元、二次元又は回転方向に変化させるように構成することによって、様々なチップサイズのマスクパターンに瞬時に対応することができる。

【0065】

【発明の効果】以上の通り本発明によれば、走査露光のシーケンスに同期して照明光のマスク上での照射面積を変化させるようにしたので、走査露光方式におけるマスク（レチクル）の移動ストロークを最小限にすることが可能になるとともに、マスク上の遮光帯の寸法を小さくすることができる。同時に、マスク上の走査開口部分と走査終了部分とで走査方向の照明領域を小さくし、それ以外の走査中間部分では走査方向に関する照明領域を大きく取ることができるので、移動ストロークの減少と相まって処理スループットを格段に高めることができる。

【0066】また本発明によれば、光源と2次光源生成手段との間に配置した第1の遮光手段（シャッター）と、2次光源生成手段と集光光学系との間に配置した第2の遮光手段（可動ブレード）とのいずれか一方または双方を走査露光のシーケンスに応じて連携制御するようにしたので、感光基板上の複数の被露光領域の各々を順次走査露光する際のシーケンスに対応した最適な処理スループットを得ることができる。

【0067】さらに、走査露光の際は本質的に第2の遮光手段（照明制御手段）のみで迷光防止が可能である

が、第1の遮光手段（照明制御手段）の併用でより確実な迷光防止ができるばかりでなく、2次光源生成手段等の光学部品や第2の遮光手段（照明制御手段）自体を照明光の照射から保護することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による投影露光装置の構成を示す図。

【図2】ブラインド機構のブレード形状を示す平面図。

【図3】図1の装置に好適なレチクルのパターン配置を示す平面図。

【図4】本発明の実施例における走査露光動作を説明する図。

【図5】図1の装置に装着可能なレチクルの他のパターン配置を示す平面図。

【図6】第2の実施例によるブラインド機構のブレード形状を示す平面図。

【図7】第2の実施例によるステップ&スキャン露光のシーケンスを説明する図。

【図8】他のブレード形状を示す平面図。

【図9】円弧状スリット照明光を使った従来のステップ&スキャン露光方式の概念を説明する図。

【図10（A）、（B）】正六角形照明光を使った従来のスキャン露光方式を説明する図。

【主要部分の符号の説明】

R レチクル

PL 投影光学系

W ウェハ

BL1、BL2、BL3、BL4 ブレード

AP 開口

20 ブラインド機構

30 レチクルステージ

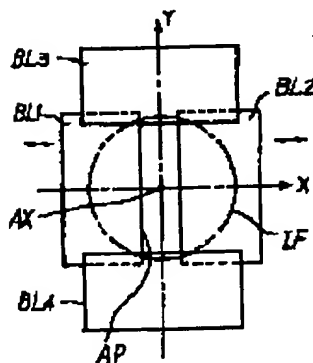
34 駆動系

48 XYステージ

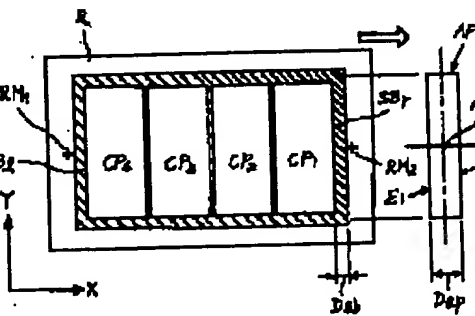
54 駆動系

100 主制御部

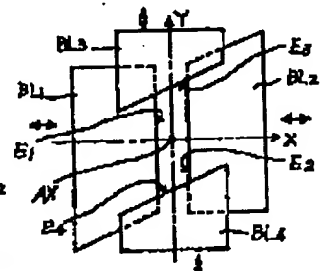
【図2】



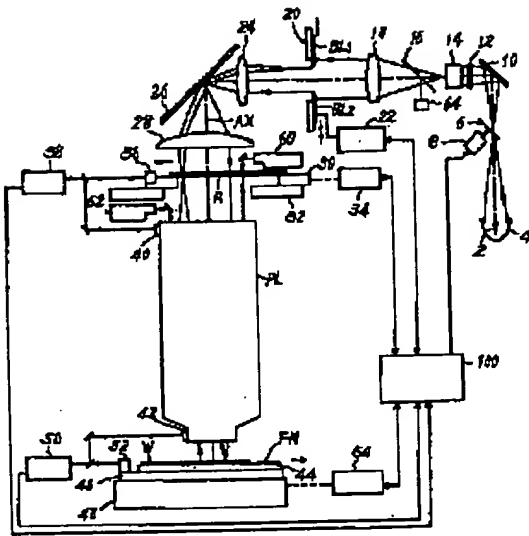
【図3】



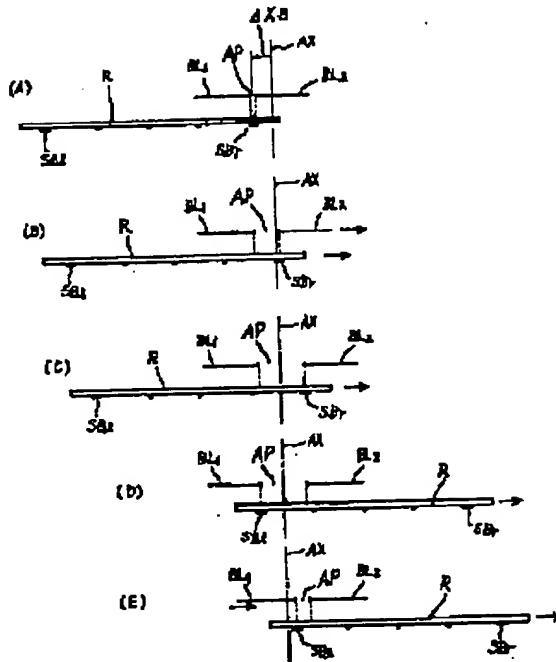
【図6】



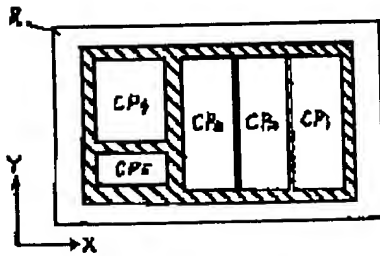
【図1】



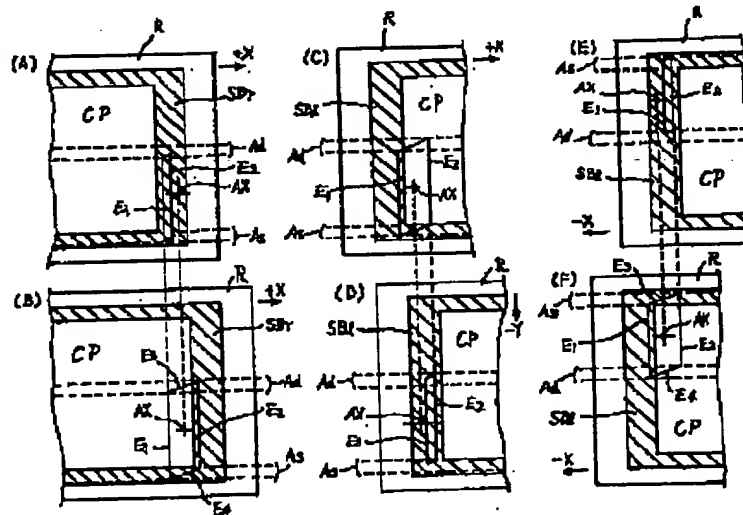
【図4】



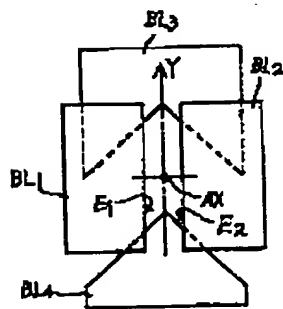
【図5】



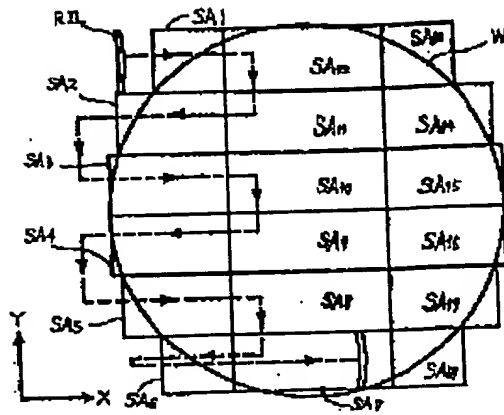
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

